Lane Medical Library

Ueber

eine neue Methode, die Dikrotie des normalen Pulses nachzuweisen.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

VORGELEGT DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

UND ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

am 24. Februar 1876

VON

Rudolf Thomas

aus Berlin.

OPPONENTEN:

Richard von Hake, Dd. med.
Friedrich Meyer, Dd. med.
Gustav Waetzoldt, Cand. med.

BERLIN

BUCHDRUCKEREI VON GUSTAV LANGE (PAUL LANGE).
Friedrichs-Strasse 103

Dem Andenken seines

theuren Vaters

gewidmet

vom Verfasser.

Das Phänomen des dikrotischen Pulses war in seiner äusseren Erscheinung schon den Aerzten im hohen Alterthume bekannt. Archigenes, der ihm seinen, noch heute üblichen Namen gab, beschreibt ihn bereits und suchte auch schon die Ursache seiner Entstehung zu entziffern, geminis eum cum mallei ictibus in incudem assimilans. Nach ihm ist es Claudius Galenus, der ihn erwähnt und sich vorstellte, er käme durch elastische Nachschwingung des systolisch stark gespannten Arterienrohres zu Stande. Seitdem hat diese Disciplin sehr lange unbebaut gelegen, bis in neurer Zeit sich die Pulsforscher ihrer annahmen und sie zum Gegenstande sorgfältiger Untersuchungen und eifrigen Studiums machten. Diese stellten die verschiedenartigsten Theorien und die mannigfachsten Hypothesen über die Bedingungen für sein Zustandekommen auf. Die Einen, Marquet, Albers und Andere, schreiben sie dem Herzen zu, während die Anderen, Parry, Hamernik, Hermann, Volkmann und Andere, sie in den Wandungen der Arterien suchten. Dennoch herrscht unter den Physiologen und Klinikern noch immer keine Uebereinstimmung der Ansichten darüber, ob die

unter dem Namen des dikrotischen Nachschlages bekannte secundäre Elevation an den Pulskurven einem realen Bewegungsvorgange im Arterienrohr ihren Ursprung verdankt, oder ob dieselbe lediglich als Artefact zu betrachten sei, hervorgebracht durch Nachschwingung des durch den primären Pulschlag heftig aus seiner Gleichgewichtslage gebrachten registrirenden Instruments. In der That muss man zugeben, dass die älteren Werkzeuge, die zur Prüfung des Pulses verwandt wurden, nicht ganz fehlerfrei waren und daher über die Dikrotie des Pulses nur Resultate liefern konnten, die in keiner Weise stringent waren. — In neuester Zeit sind jedoch mehrere Apparate angegeben worden, die zur Evidenz beweisen, dass die Dikrotie eine regelmässige und normale Eigenschaft des Pulses sei.

Was nun zunächst die älteren Apparate betrifft, die zum Beweise dieses Satzes aufgestellt wurden, so beruhten sie alle auf dem Princip, tropfbar-flüssige oder feste Körper durch das pulsirende Blut in Bewegung setzen zu lassen und von der ihnen mitgetheilten Bewegung einen Schluss auf die Blutbewegung zu machen. Der Erste, welcher dies ausführte, war Chelius in seinem Röhrenpulsmesser. Derselbe war so eingerichtet, dass eine mit Quecksilber gefüllte Röhre an ihrem unteren, mit einer trichterförmigen Erweiterung versehenen Ende mit einer nicht zu straff gespannten Membran verschlossen war. Diese letztere wurde auf einer oberflächlich verlaufenden Arterie angebracht. Der Puls

hebt die Membran und somit die ganze darüber stehende Quecksilbersäule, aus deren Niveauschwankungen man auf die Gestalt der Pulswelle schliessen konnte. So unvollkommen und von Fehlern getrübt auch die Versuche gewesen sein mögen, die Chelius mit diesem Instrumente angestellt hat, so gelang es ihm damit doch, an dem normalen Pulse die Entdeckung des Doppelschlages zu machen, eine Entdeckung, die vorher noch keinem Forscher gelungen war. „Nach dem plötzlichen Steigen des Quecksilbers", sagt er darüber selbst in der Prager Vierteljahrsschrift von 1850, „durch die an dasselbe anschlagende Blutwelle fällt es eben so plötzlich wieder herab auf seinen tiefsten Stand, nachdem es zuvor an einer mittleren Stelle nochmals einen kurzen Halt gemacht hat. Theilt man den Zeitraum zwischen zwei Systolen in vier Momente, so kommt ungefähr dem Steigen das erste, dem anfänglichen Fallen auf den mittleren Standpunkt das zweite, dem Beharren auf demselben das dritte und dem endlichen Niederfallen auf die tiefste Stelle das vierte Zeitmoment zu."

Einen ganz ähnlichen Apparat hat Naumann bei seinen Experimenten verwandt, doch benutzte er anstatt des Quecksilbers, das wegen seiner grossen spezifischen Schwere so leicht zu Eigenschwingungen neigt, eine Carminlösung, die sich in einer graduirten Röhre befand. Auch ihm gelang es auf diese Weise, den von Chelius angegebenen Doppelschlag zu beobachten.

„Nachdem die Flüssigkeit", berichtet er, „am Ende der Systole des Herzens ihren höchsten Stand erreicht hat, sinkt sie auf einen Bruchtheil der erreichten Höhe herab, steigt dann wieder um ein Geringes und sinkt nun erst vollkommen bis auf ihren anfänglichen tiefsten Stand herab."

Hatten Chelius und Naumann sich in ihren Instrumenten der schwingenden Flüssigkeitssäulen bedient, so verliess Vierordt dies Princip und wandte sich bei der Construction seines Sphygmographen dem Hebel zu. Bei seinen Versuchen mit diesem will er nun auffallender Weise für gewöhnlich keine doppelschlägigen Pulsbilder beobachtet haben, nur wenn er dasselbe in unerlaubt starker Weise, wie er glaubt, belastete, erhielt er Pulskurven, die er für incorrect hielt und als pseudodicrotische bezeichnete. Bei genauerer Untersuchung hat sich jedoch herausgestellt, dass seine gewöhnlichen Aufzeichnungen die ungenauen sind, weil er sein Instrument zu wenig belastete und so nur die Spitzen der primären Elevation zur Beobachtung bekam; belastet man es jedoch so stark, als es erforderlich ist, so erhält man auch mit diesem Apparat mit grosser Constanz die schönsten doppelschlägigen Kurven.

Allen diesen Instrumenten, welche wir bis jetzt kennen gelernt haben, hat man mit mehr oder weniger Recht den Vorwurf der Ungenauigkeit gemacht, und namentlich war es das letzte, von Vierordt angegebene, das von vornherein in Misskredit gekommen war

und zahlreiche Gegner gefunden hatte, weil der Erfinder selbst eine falsche Anwendung davon machte. Daher kann es auch kaum Wunder nehmen, dass das Resultat, das man durch sie über die Dikrotie des Pulses gewann, von dem ärztlichen Publikum wenig beachtet, oder, wenn dies geschah, heftig bestritten wurde. Erst als Marey im Anfang der sechziger Jahre seinen Sphygmographe à la pression élastique angab und nun ebenfalls mit der Behauptung auftrat, dass der Pulsus dicrotus ein konstantes, physiologisches Phänomen sei, beginnt das Morgenroth einer neuen Aera für diese Disciplin aufzuleuchten. Denn wenn man auch die Ehre, dies Phaenomen zuerst beobachtet und beschrieben zu haben, unstreitig dem deutschen Forscher Chelius zuerkennen muss, so hat der französische Physiologe doch unzweifelhaft das Verdienst, mit seinem genaueren Instrument exaktere Versuche, welche er in seiner „Physiologie médicale de la circulation du sang“ veröffentlichte, angestellt und somit die vielbestrittene Thatsache populär gemacht zu haben. Zugleich fand sein Instrument die allgemeinste Verbreitung, so dass Jeder die Versuche wiederholen oder neue anstellen und sich so ein eigenes Urtheil über das streitige Object bilden konnte.

Betrachtet man nun eine solche, mit dem Mareyschen Sphygmographen gewonnene Pulskurve, so sieht man jede Pulswelle als eine Erhebung verzeichnet, an der man ausser dem Kurvengipfel im Ganzen einen

aufsteigenden und einen absteigenden Schenkel unterscheidet. Die Erklärung dieses Bildes ist sehr einfach. Wird die Arterie im Moment der Systole durch das hinzuströmende Blut gefüllt, nimmt sie an Umfang zu, so muss die ihr unmittelbar aufliegende Platte gehoben werden, und somit der Zeichenhebel eine Excursion nach oben machen. Aus genau den entgegengesetzten Gründen muss der Hebel sinken, sobald die Diastole eintritt, das Blut abfliesst und die Arterie ihr ursprüngliches Volum wieder annimmt. Jedoch zeigt der absteigende Schenkel noch eine kleine, sekundäre Erhebung; diese ist schwieriger zu erklären und ist die Ursache geworden, auch den Marey'schen Apparat der Ungenauigkeit zu beschuldigen.

Wie die zuerst genannten pulsprüfenden Werkzeuge, entsprang auch der Sphygmograph Marey's der Idee, einer festen Masse die Bewegung des Blutes mittheilen zu lassen und sie so der Beobachtung leichter zugänglich zu machen. Er besteht nämlich aus einer Combination des Hebels mit elastischen Federn. Nun kann man ja diesen einmal in Bewegung gesetzten Massen nach physikalischen Gesetzen eine Nachschwingung nicht absprechen. Doch ist fraglich, ob diese so gross sei, dass sie überhaupt noch vom Instrumente verzeichnet wird, und ferner, ob gar der wirklich beobachtete Nachschlag mit dem angenommenen, durch das Trägheitsmoment bedingten, identisch ist. Jedenfalls bewogen diese Bedenken, welche man gegen die Treue der Auf-

zeichnungen der Sphygmographen erhob, Fick, damals in Zürich, einen neuen Apparat zu ersinnen, der diese Fehler möglichst vermeiden und zugleich doch alle feineren Variationen des Blutdruckes graphisch darstellen sollte. Deshalb beseitigte er in dem von Ludwig angegebenen Kymographion, welches er zu seinem Zwecke zu verwerthen gedachte, das Quecksilber, das ja dort die Quelle der Fehler war, und ersetzte es in seinem „Neuen Blutwellenzeichner", den er im Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin von Reichert und du Bois-Reymond im Jahre 1864 beschrieb, durch ein Bourdon'sches Manometer. Dies ist eine hohle, kreisförmig gekrümmte Messingfeder von schwach elliptischem Querschnitt, deren unteres Ende Fick an einem Stativ befestigte, während das obere Ende frei beweglich blieb. Durch geeignete Schläuche wurde nun das untere Ende dieser Röhre, die mit Alkohol gefüllt wurde, mit einer Arterie in Verbindung gesetzt, so jedoch, dass der Alkohol und das Blut durch eine Säule kohlensauren Natrons getrennt wurden. Nun streckt sich bekanntlich eine solche Feder, wenn der Druck in ihrem Inneren steigt. Sobald daher mit jeder Systole das Blut in die benutzte Arterie einströmte, versuchte es, die vor ihm befindliche Sodalösung und den Alkohol nach vorwärts zu drängen, und komprimirte, da dies nicht anging, die Flüssigkeiten und setzte sie unter einen höheren Druck. Die Folge war, dass das bewegliche Ende der Feder zurückschnellte. So-

bald jedoch mit jeder Diastole der erhöhte Druck in der Arterie und im Innern der Röhre wieder abnahm, federte die Messingfeder wieder in ihre gekrümmte Gestalt zurück. Wurden nun diese Bewegungen der Feder durch ein Hebelwerk auf einen Zeichenstift übertragen, so musste derselbe sowohl die Schwankungen des Blutdruckes, als auch die Gestalt der Pulswelle verzeichnen. Um aber die Rückwirkung der Trägheit des Hebelwerkes, das am Kymographion so befestigt war, dass die Stahlspitze sich nur in einer den Seiten der rotirenden Trommel parallelen Senkrechten bewegen konnte, auf das Federende und die so verursachten Eigenschwingungen zu beseitigen, verlängerte Fick den den Zeichenstift tragenden Hebel etwas nach unten und befestigte an seinem Ende ein Papierblättchen, das sich in Oel bewegte.

Diesen neuen Blutwellenzeichner unterwarf Fick nun einer sorgfältigen Experimentalkritik und stellte, da dieselbe überaus günstige Resultate ergab, mit ihm mannigfache Versuche an, um die wahre Form der Blutwelle in den Arterien zu ermitteln. Sie lieferten ihm Pulskurven, die im Ganzen den graphischen Darstellungen der Pulswelle, wie man sie durch das Instrument von Marey gewinnt, sehr nahe kamen, aber auffallender Weise niemals auch nur eine Spur eines dikrotischen Nachschlages zeigten. Daraus schloss er, dass der normale Puls stets monokrotisch sei, und dass die Dikrotie der Kurven, wie sie frühere Beobachter und be-

sonders Marey angeben, ganz offenbar von Eigenschwingungen des Instrumentes herrühre, dadurch hervorgebracht werde, dass der niedersinkende Hebel nicht sofort zur Ruhe komme, sondern nach dem Gesetz der Trägheit noch einmal nachschlage.

Auch auf der Naturforscherversammlung zu Hannover im Jahre 1865 trat Fick mit diesem Vorwurf gegen den Apparat Mareys auf. Hier war es v. Wittich aus Königsberg, der durch eine sinnreiche Methode das Irrthümliche jener Ansicht bewies. Er fixirte nämlich Mareys Sphygmographen frei in der Luft und brachte an das vordere Ende der Druckfeder die Sehne des Musculus gastrocnemius eines Frosches an, der durch Inductionsschläge von dem dazu gehörigen Nerven aus gereizt wurde. Bei jeder so bewirkten Contraktion des Muskels wurde auf die Feder eingewirkt, die Bewegung dem Zeichenstift mitgetheilt und von ihm in der Gestalt von Kurven graphisch dargestellt. Diese zeigten niemals dikrotische Nachschwingungen, was jedenfalls der Fall hätte sein müssen, wenn diese durch eine Mangelhaftigkeit des Instruments zu Stande käme. Durch diesen einfachen, aber zwingenden Beweis veranlasst, nahm Fick seinen Vorwurf gegen Mareys Instrument und damit auch seinen Einwand gegen die Dikrotie des normalen Pulses zurück.

Alle diese Instrumente, welche bis jetzt den Gegenstand unsrer Betrachtung gebildet haben, waren doch, wie man zugeben muss, ziemlich mannigfach in ihrer

Construction und in der Wahl und Anwendnng der Mittel. Und alle haben trotzdem das gleiche Resultat ergeben, dcss die Dikrotie eine beständige Eigenschaft des normalen Pulses sei. Schon dieser Umstand musste verdächtig erscheinen, musste die Vermuthung nahe legen, dass die Erscheinung der Dikrotie nicht von den Fehlern der Apparate, welche man ja nicht wegleugnen kann, abhängig, sondern durch einen realen Bewegungsvorgang in den Arterien bedingt sei, wie v. Wittich dies ja auch für den Apparat Marey's nachwies. Indessen die Natur ist tückisch und legt den Experimentatoren oft Fallstricke, wenn sie es am wenigsten vermuthen. Deshalb ist es nöthig, Beweis auf Beweis zu häufen und keinen Versuch unversucht zu lassen. Daher hat man nach Marey noch die verschiedensten Methoden angewandt, das physiologische Problem der Dikrotie des Pulses zu erhärten, Methoden, welche sich gegen die früheren Vorwürfe leichter vertheidigen liessen oder überhaupt nicht getroffen wurden. Zu diesen gehört zunächst der von Czermak angegebene Pulsspiegel, mit dem er auf sinnreiche Weise einen neuen Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht lieferte. Er stach nämlich in die Epidermis über einer oberflächlichen Arterie eine feine Nadel ein, welche ein planes Spiegelchen trug. Durch die Expansion des Arterienrohrs wird nun die Nadel in Bewegung gesetzt, welche dieselbe als Hebel dem Spiegelchen mittheilt. Wird nun ein helles Licht auf das Spiegelchen geworfen,

so wird dies von demselben reflectirt und zeigt, wenn es auf einem entfernt stehenden Schirm aufgefangen wird, hier die Bewegungen der Arterienwand im vergrösserten Massstabe an. Auch hier sieht man bei jedem Pulsschlag eine deutlich ausgeprägte dikrotische Erhebung, trotzdem diese Vorrichtung so einfach war und die Schwere des Spiegels als Ursache von störenden Nachschwingungen kaum in Rechnung gebracht werden kann.

Fast noch glücklicher war der Gedanke Czermaks, spiegelnde Flitter auf die Haut über der pulsirenden Schlagader zu legen und mit dem Vergrösserungsglase die hüpfenden Lichtreflexe zu beobachten. Die Lichtstrahlen haben doch sicherlich nichts mit einer Hebelwirkung oder dergleichen zu thun, sie sind vollkommen gewichtlos, schreiben ohne irgend welche Reibung, lassen sich überhaupt ohne die geringste Veränderung der natürlichen Verhältnisse der pulsirenden Arterie an derselben appliciren, — und dennoch kann man jedes Mal einen dikrotischen Reflex des Pulses bemerken.

Sind diese Experimente nun schon von fast zwingender Beweiskraft dafür, dass die Dikrotie ein jedem normalen Pulse zukommendes Phänomen sei, so kommt bei ihnen doch noch immer eine, wenn auch minimale, so doch feste Masse zur Verwendung, und ein hartnäckiger Zweifler könnte sich daher immer noch, zumal wenn er nicht den guten Willen dazu mitbrächte, der Ueberzeugung durch sie verschliessen. Da sind nun

aber in allerneuester Zeit eine Reihe von Apparaten angegeben worden, die mit absoluter Sicherheit beweisen, dass die zweite Elevation nur als der Ausdruck der spezifischen Eigenthümlichkeit des Pulses gelten kann, ohne dass auch nur eine Spur einer festen oder tropfbar-flüssigen Masse durch den Pulsschlag in Bewegung gesetzt wird; sie gehen alle darauf aus, die Bewegung der Blutwelle auf eine Gasflamme zu übertragen und sie so einer leichteren Beobachtung zugänglich zu machen.

Dieser Weg wurde zuerst im Jahre 1870 von Landois in Greifswald mit seinem, von ihm so benannten Gas-Sphygmoskop betreten. Von dem Gedanken ausgehend, dass das Blut in den oberflächlichen Arterien nicht nur die Wandungen derselben, und die darüber liegende Haut, sondern auch die der Haut zunächst liegenden Lufttheilchen in Bewegung setzen muss, sperrte er die dünne Luftschicht oberhalb eines pulsirenden Hautbezirkes durch eine sehr seichte, metallene Rinne ab, welche der Länge nach über das betreffende Gefäss gelegt wurde, so dass sie mit ihrer konkaven Seite der Haut zugewandt war. Den sehr kleinen Zwischenraum zwischen der Haut und der Metallwand füllt er mit einem brennbaren Gase, am einfachsten mit Leuchtgas, am zweckmässigsten mit Wasserstoffgas, an. Zu diesem Behufe verband er mit dem einen Ende des gewölbten Metalltunnels eine zuleitende Gasröhre. Mit dem andern Ende hingegen setzte er, durch ein kurzes

Kautschukzwischenstück verbunden, ein knieförmig aufwärts gerichtetes Glasröhrchen in Verbindung, dessen Spitze eine nähnadeldünne Oeffnung zum Austritt des Gases durchbohrt. Entzündet man nun an dieser Stelle das Gas, das unter minimalstem Drucke durch den Metalltunnel streicht, so sieht man, wie die Flamme isochron mit jedem Pulsschlage anwächst, und zwar stets mit einem ganz deutlich markirten Nachschlage. Natürlich! denn mit jeder Systole wird der an sich schon minimale Raum zwischen Haut und Metallrinne noch nicht unerheblich verkleinert, der Druck des Gases dadurch erhöht und die Flamme verstärkt. Und zwar ist dies nicht etwa ein blosses Aufflackern; das erkennt man auf den ersten Blick, davon überzeugt man sich auch dadurch, dass der Nachschlag der Flamme an den verschiedenen Arterien in verschieden grossen Zeitintervallen auftritt.

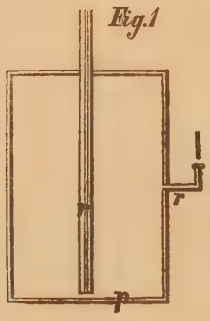
A priori lässt sich gegen eine derartige Vorrichtung keiner jener Vorwürfe geltend machen, die gegen die meisten früher angewandten erhoben worden waren. Ausserdem aber hat Landois sein Sphygmoskop noch einer Gegenprobe unterworfen, indem er es an elastischen Schläuchen arbeiten liess; hier zeigte sich das Spiel der kleinen Flammen ausserordentlich deutlich und illustrirte jede Bewegung der elastischen Röhre auf das Genauste.

So einfach dies Sphygmoscop Landois in seiner Zusammensetzung und so bequem es in seiner Anwen-

dung ist, so hat es doch den grossen Nachtheil, dass der Ausschlag der Flamme ein so geringer ist, dass man ihn mit unbewaffnetem Auge nur mit Mühe wahrnehmen kann und zu einer genaueren Betrachtung stets, wie der Erfinder selbst zugiebt, die Lupenvergrösserung zu Hilfe nehmen muss. Ausserdem lässt es sich nur an peripheren Arterien mit Erfolg verwerthen; denn dasselbe an der Stelle des Spitzenstosses oder in der Gegend der Carotis zu appliciren, dürfte schlechterdings nicht gut möglich sein.

Etwas zweckmässiger ist eine anspruchslose Vorrichtung, die zuerst von Siegmund Mayer in Prag angegeben und bis jetzt noch nicht beschrieben worden ist, obwohl sie in vielen Laboratorien sich bereits eingebürgert hat; Verfasser verdankt die Kenntniss dieses Apparates einer privaten Mittheilung von Herrn Professor Eichhorst. Die Construction ist etwa folgende:

Fig. 1



Der Boden eines kleinen, aus Holz gefertigten Käst-

chens ist durch eine dünne Kautschukplatte p verschlossen. Durch seine Decke führt eine feine Röhre r, welche dicht über der Kautschukplatte offen endet und Leuchtgas in dasselbe hineinführt; dies verbreitet sich in dem Kästchen, strömt durch eine feine, seitlich angebrachte Röhre r, wieder heraus und einem Brenner zu, an dem es entzündet werden kann. Wird diese Vorrichtung auf ein pulsirendes Gefäss gesetzt, so wird bei jeder Systole die Kautschukplatte durch das expandirte Gefäss an die Mündung der Zuleitungsröhre r gedrückt. Dadurch wird sie ganz oder wenigstens zu einem grossen Theil verschlossen, der Gaszufluss bedeutend gehemmt oder ganz gehindert und so die Flamme mit dem Rythmus des Pulses sich auf und nieder bewegen, wobei sich der dikrotische Nachschlag des Pulses als zweites kleines Aufleuchten des Flämmchens markirt.

Auch dieser Apparat von Mayer hat seine Schattenseiten; er ist unbequem in der Handhabung und erfordert immer besondere Mittel zu seiner Herstellung. Daher hat Herr Professor Eichhorst ein neues Gas-Sphygmoskop angegeben, das äusserst bequem zu appliciren und aus Apparaten zusammengesetzt ist, die schon lange in der Physik und Physiologie allgemein gebräuchlich sind und sich in jedem derartigen Laboratorium vorfinden dürften. Er hatte bereits im November des Jahres 1874 Gelegenheit, dasselbe in der Versammlung der Charité-Aerzte zu Berlin demonstriren zu können. Für die Bereitwilligkeit, mit der er mir die Beschreibung

desselben überliess, und für die Freundlichkeit, mit der er mir bei der Wiederholung der Versuche behülflich war, kann ich nicht unterlassen, ihm meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Bereits zu Anfang des Jahres 1862 hatte Dr. Rudolph Koenig in Paris eine neue Beobachtungsmethode angegeben, welche den Zweck hatte, den wechselnden Dichtigkeitszustand der Luft, während sie von tönenden Schwingungen durchflossen ist, zur Anschauung zu bringen. Er hat dadurch nicht nur diejenigen Luftwellen, durch welche die Töne sich unserm Ohr mittheilen, sondern auch diejenigen, in Folge deren wir die Klänge wahrnehmen, unserem Auge wahrnehmbar gemacht. Und zwar that er dies durch sehr empfindliche Gasflammen, welche er „manometrische Flammen“ nannte und welche seitdem in der Akustik vielfach Verwendung gefunden haben. Die kleine Vorrichtung, auf deren Anwendung diese Methode beruht, besteht in Folgendem:

Eine Kapsel von Holz oder Eisen ist von einer ganz dünnen Membran durchzogen, sodass sie in einen vorderen und einen hinteren Theil zerfällt. Die vordere Kammer hat eine doppelte Durchbohrung: die eine für eine mitten in der Wand angebrachte Röhre, die einen von einer sehr engen Oeffnung durchbohrten Brenner trägt; die andere für ein feines seitlich angebrachtes Rohr, das mit einem genau schliessenden Hahn versehen ist und eine strenge Regulirung des einströmen-

den Gases gestattet. In die hintere Kammer mündet ebenfalls eine kurze Röhre, die durch einen Kautschukschlauch mit einem Fangtrichter in Verbindung gesetzt wird. Wird nun in diesen der Ton einer Orgelpfeife hineingeleitet oder spricht man eine Reihe von Vokalen hinein, oder singt eine Anzahl von Tönen hinein, so sieht man, wie die Flamme in erstaunlicher Feinheit und Sicherheit darauf reagirt und tanzende Bewegungen macht. Es ist leicht erklärlich, wie dies anziehende Schauspiel zu Stande kommt.

Durch die sich fortpflanzenden Luftwellen wird in dem hinteren Theil der Kapsel die Luft plötzlich verdichtet und die Membran in die vordere Kammer hineingetrieben. Dadurch wird in der letzteren der Raum momentan verkleinert, somit der Druck, unter dem das hier befindliche Gas steht, gesteigert und die Flamme zu einem hellen Aufleuchten gebracht. Sobald aber die Membran, in Folge ihrer Elasticität und durch den Druck des Gases, der jetzt das Uebergewicht gewinnt, nachdem die Schallwelle verflossen ist, in ihre ursprüngliche Lage zurückschnellt, wird das Gas wieder unter den früheren Druck gesetzt und die Flamme zu ihrer alten Höhe herabgestimmt.

Allerdings hat ja eine Membran, wie jeder andere elastische Körper, nur eine bestimmte Reihe von Eigentönen, und so könnte man vermuthen, dass diese Kapsel sich nur dann wirksam erweist, diese Membran nur

dann die Schwingungen der Luft auf das Gas und die Flamme überträgt, wenn der auf sie wirkende Ton mit einem ihrer Eigentöne übereinstimmt. Aber ausser den Schwingungen, die ein Körper unter dem Einfluss seiner Elasticität ausführt, kann ihm jede beliebige Bewegung gleichsam aufgezwungen werden, wenn nur die auf ihn wirkende Kraft bedeutend grösser ist, als der Widerstand, den er derselben entgegenzusetzen im Stande ist. Daher wird die Membran bei starken Tönen eine ganze Reihe von Schwingungen nothgedrungen ausführen, welche sich durch häufiges Aufleuchten der Flamme markiren. Bei schwächeren Tönen wird sie dagegen nur die Wellen fortpflanzen, die die vorherrschenden sind, oder mit denen ihrer Eigentöne harmoniren, aber sie wird sie doch immer fortleiten und die Flamme zu Bewegungen veranlassen, mögen diese auch noch so vereinzelt sein. Diese sind nun zwar schon mit blossem Auge sichtbar, lassen sich aber noch deutlicher machen, indem man ihr Bild in einem rotirenden Spiegel betrachtet, welcher, um die durch die Reflexion von beiden Oberflächen der Glastafeln entstehenden, störenden Doppelbilder der gewöhnlichen Spiegel zu vermeiden, aus vier Glasplatten zusammengesetzt ist, deren äussere Seiten platinirt sind. In einem solchen Spiegel zeigt das Bild einer ruhigen Flamme einen Lichtstreifen von der Breite der Flammenhöhe. Betrachtet man aber das Bild einer durch Tonwellen in Bewegung gesetzten Flamme, so gewahrt man gezackte Flammenbilder,

deren Spitzen nach der entgegengesetzten Richtung umgebogen sind, als nach welcher der Spiegel gedreht wird. Und zwar arbeitet die Kapsel mit solcher Feinheit, und reagirt das Flämmchen mit solcher Präcision, dass die Flammenbilder mit jedem neuen Ton eine Veränderung ihrer Gestalt zeigen und mit jedem neuen Vokal einen beständigen Wechsel ihrer Erscheinung beweisen.

Um diese so äusserst empfindlichen Flammen nun auch der Lehre von der Dikrotie des normalen Pulses dienstbar zu machen, kam es nur darauf an, sie, wenn möglich, mit einem ebenso empfindlichen Instrument zu kombiniren, welches sich zugleich der Körperoberfläche recht innig anschmiegte. Ein solches fand Herr Professor Eichhorst in dem ebenfalls schon lange bekannten, von demselben Erfinder angegebenen und nach ihm benannten Stethoskop.

Das König'sche Stethoskop stellt eine Glocke von Metall dar, deren Boden von einer doppelten Kautschukmembran gebildet wird. Der von dieser eingeschlossene Raum communicirt durch eine mit einem Ansatzstück versehene Röhre mit der Aussenwelt. Eine ähnliche Röhre mit Ansatzstück durchbohrt den Gipfel der Glocke. Zum Schutz der unteren Kautschukmembran dient eine flache Metallkapsel, die beim Gebrauch abgenommen wird. Dies war das Instrument, das in jeder Weise den Anforderungen entsprach und das Herr Professor

Eichhorst mit jenen empfindlichen Flammen zu einem neuen Gas-Sphygmoscop vereinigte.

Will man dasselbe anwenden, so muss man zunächst den Zwischenraum zwischen den beiden Membranen mässig mit Luft füllen. Es ist wichtig und kann nicht stark genug betont werden, dass dies nicht ad maximum geschehe, da die untere Membran sonst prall gespannt wird, sich der Körperoberfläche nicht genau coaptirt und ihre Empfindlichkeit einbüsst. Sodann verbindet man das obere Ansatzstück des Stethoskopes durch einen Kautschukschlauch mit der Schallzuleitungsröhre, die zum hinteren Theil jener Kapsel führt, und entzündet nun das Gas an dem feinen Brenner: das Flämmchen, das nur wenige Millimeter hoch sein darf, brennt ganz ruhig. Nun setzt man das Stethoskop mit seiner mässig gespannten unteren Membran auf die Herzspitze. Sofort sieht man, dass das kleine Flämmchen rythmisch zu pulsiren anfängt. Mit jedem Spitzenstoss springt es deutlich in die Höhe und macht bald darauf noch eine zweite, kleinere, aber noch immer sehr leicht wahrnehmbare Exkursion. Besonders gut kann man dieselbe sehen, wenn man den Theil der Flamme betrachtet, wo sich die hellgelbe Spitze auf den azurblauen Flammenkörper aufsetzt, oder wenn man das äusserste Ende der Flammenspitze fixirt. Aus diesem einfachen Versuch erhellt, wie bequem und sensibel dieser Apparat ist. Marey bemerkt selbst, wie schwer und mühsam es sei, mit seinem Sphygmo-

graph eine gute Pulskurve vom Spitzenstoss zu erhalten. Dieser Apparat lässt sich am Spitzenstoss ohne Schwierigkeit handhaben. Gleichzeitig erkennt man, dass der dikrotische Nachschlag der Flamme, wenn man ein gewöhnliches Stethoskop zu Hilfe nimmt, mit dem Schluss der Semilunarklappen, also mit dem zweiten Ton über den grossen Gefässen, coincidirt. Demnach muss sich der Klappenschluss nach unten und vorn gegen die Herzspitze als schwache Erschütterung fortpflanzen.

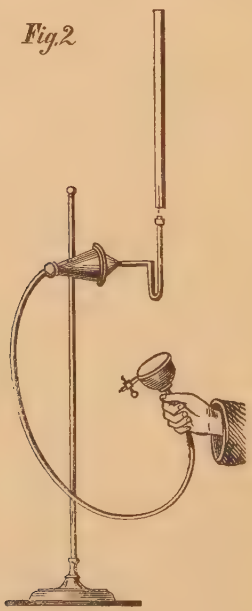
Mit gleicher Leichtigkeit lässt sich das König'sche Stethoskop auch auf eine Carotis, eine Bracchialis, einer Radialis und selbst auf Arterien viel kleineren Kalibers anwenden: stets antwortet die Flamme mit derselben bewundernswerthen Präzision und Akuratesse, stets zeigt sie das uns nun schon bekannte dikrotische Aufleuchten.

Nun kann man aber die Flamme nicht nur tanzen, sondern auch singen lassen. Man braucht sie zu diesem Zweck nur in eine Röhre einzuschliessen, so dass sie im Innern derselben brennt, so streckt sie ihr kleines Zünglein aus und fängt an zu singen. Indem nämlich die Luft über der Flamme hingeht, wird sie in rythmische Schwingungen versetzt und erzeugt so reine, musikalische Töne, die man „chemische Harmonika" nennt. Diese ist eine schon längst bekannte Sache. 1777 hörte Dr. Higgins die Töne einer Wasserstoffflamme, 1802 wurde sie von Chladni untersucht nnd später von

de la Rive, Faraday, Schaffgotsch, Tyndall und andern weiter erforscht.

Durch die Kenntniss dieser Thatsachen geleitet, hat nun Herr Professor Eichhorst unserm Gas-Sphygmoskop noch einen höheren Grad der Vollkommenheit verliehen. Doch war dazu noch eine kleine Modifikation erforderlich, die es gestattete, die Einschliessung der Flamme zu bewirken. Zu diesem Zweck musste der feine Brenner durch ein durchbohrtes Ansatzstück aus Glas oder Metall ersetzt werden, das aus 3 Theilen besteht: einem horizontalen Abschnitt

Fig.2



und einem absteigenden Schenkel, der sich mit einer Biegung in einen etwa doppelt so langen, aufsteigenden Schenkel fortsetzt; die beiden letzteren müssen ausserdem noch genau senkrecht stehen.

Setzt man dies Ansatzstück an die Stelle des von dem vorderen Theil jener Kapsel ausgehenden Brenners, so ist dadurch die Möglichkeit gegeben, die Flamme in eine Röhre einzuschliessen, und sehr niedlich werden nun die Experimente mit diesem Apparat, wenn man die tanzenden Pulsflammen zugleich singen lässt. Wenn man über das kleine Flämmchen vorsichtig eine längere Röhre schiebt, so beginnt die Flamme allmählig zu singen und nach einigem unruhigem Vibriren hört man bald das kontinuirliche Tönen eines schönen musikalischen Tones. Fixirt man die Flamme, so bleibt sie scheinbar vollkommen ruhig stehen; wirft man dagegen einen Blick in den rotirenden Spiegel, so erkennt man sofort, wie jenes gleichmässige Band der ruhigen Flamme in eine Kette von reich leuchtenden Lichtzacken zertheilt ist, so sieht man, dass die Flamme während des Singens unglaublich schnelle Bewegungen macht, die unser Auge bei der Unvollkommenheit seiner optischen Einrichtung nicht direct wahrnehmen kann. Diese Schwingungen der Flamme bestehen darin, dass sie, so lange der Ton anhält, in rythmischer Reihenfolge zu einem kleineren oder grösseren Theil erlischt, dazwischen aber ihre Helle zeitweilig wiedergewinnt. Wenn man nun während des

Singens das Koenig'sche Stethoskop auf die Gegend des Herzstosses oder auf ein pulsirendes Gefäss setzt, so wird sehr schnell die Continnität des Tones unterbrochen. Man setzt es z. B. auf die Carotis. Sofort hört man, dass der Ton zwei Anschwellungen, zwei Schwebungen zeigt, eine stärkere und eine schwächere. Beobachtet man nun gleichzeitig das Pulsiren des Flämmchens, so ist es unschwer zu erkennen, dass die stärkere Anschwellung der Systole, die schwächere aber dem diastolischen Nachschlag der Dikrotie angehört.

Gegen Ende des vorigen Jahres hat auch C. Gerhardt den Gedanken, die empfindliche Flamme Koenigs zur Analyse biologischer Phaenomene zu verwenden, einen Gedanken, den man übrigens schon bei Marey ausgesprochen findet, in Ausführung gebracht. Er bedient sich dabei des Apparates ganz in der Form, wie ihn der Erfinder zu rein akustischen Zwecken sehr zweckmässig angegeben hat, und behielt also auch den ursprünglichen, weiten Fangtrichter bei seinen Versuchen bei. Mit diesem will er nun nicht nur die Stimmvibrationen der Brustwand sichtbar gemacht, sondern auch den tympanitischen und nichttympanitischen Perkussionsschall, ersteren in eine Reihe von gleichartigen, letzteren in eine Reihe von völlig ungleichartigen Schallwellen zerlegt haben. Dann hat er auch, wie er angiebt, in einer Anzahl von Fällen den Laryngealfremitus sichtbar gemacht, es bedarf aber hierzu, wie er selbst im Deutschen Archiv

für klinische Medicin sagt, einer kleinen Abänderung des Apparates. An dem gewöhnlichen Apparat von Koenig besitzt der Fangtrichter einen Durchmesser seiner Mündung von 5½ cm. und lässt sich demnach nicht gleichmässig an die Seitenfläche des Kehlkopfes, d. h. der Schildknorpelplatten, anpassen. Mit Beibehaltung des weiten, dickwandigen Gummirohres, das zu diesen Zwecken nur bedeutend länger gewählt werden muss als gewöhnlich, ersetzt er daher den weiten Fangtrichter durch einen kleinen Glastrichter, der durch einen durchbohrten Kork gesteckt ist und so in die Gummiröhre eingepasst wird. In ähnlicher Weise verfährt er auch bei der Demonstration der Herzbewegung, welche er einem grösseren Zuhörerkreise sichtbar macht, indem er einen kleinen Glastrichter auf die Stelle des Spitzenstosses aufsetzt, der durch ein Gummirohr zu einer winklig gebogenen Glasröhre führt, in der ein Tropfen gefärbter Flüssigkeit sich auf- und abbewegt.

Gerhardt ist also, wie wir sehen, wiederholt in der Lage, das weite Fangrohr durch einen kleineren Glastrichter ersetzen zu müssen, und gesteht dadurch stillschweigend ein, dass dasselbe zu den Zwecken sich nicht in zweckmässiger Weise verwenden lässt. Es bedarf dies wohl keiner weiteren Ausführung, und braucht wohl auch nicht hervorgehoben zu werden, dass dieser Mangel bei dem Apparat, wie ihn Herr Professor Eichhorst zusammengestellt hat, in der praktischsten Weise vermieden worden ist, da die Kautschukmembran

des Koenig'schen Stethoskops sich aufs Innigste der Haut anschmiegt und auch die geringste Veränderung ihres Niveaus durch das Verhalten der Flamme anzeigt.

Wenn man daher biologische Phänomene durch die empfindliche Flamme analysiren will, so wird man sich stets dieser Combination von Apparaten zu bedienen haben.

In welcher Weise man dies Gassphygmoscop wird praktisch verwerthen können, sei es zu diagnostischen Untersuchungen, sei es zu klinischen Demonstrationen — das müssen weitere Versuche lehren. Für uns ist es, um zu unserer Aufgabe endlich zurückzukehren, nur die Frage: Ist diese Vorrichtung im Stande, zu beweisen, dass die Dikrotie eine constante Erscheinung des normalen Pulses sei? Wäre es nicht denkbar, dass, wie es Fick vom Hebel des Sphygmographen Mareys behauptete, hier die Membran Eigenschwingungen machte und auf die Flamme übertrüge? Durch ein einfaches Experiment kann man sich überzeugen, dass diese Befürchtung nicht begründet ist. Klopft man auf die äussere Platte des Stethoskopes, so stark oder so schwach, wie man will, stets leuchtet die Flamme nur einmal auf, stets hört man, wenn man sie singen lässt, den Ton nur einmal anschwellen. Also beweist dieser Apparat mit unumstösslicher Gewissheit, dass der normale Puls stets doppelschlägig, dass der Pulsus dicrotus der prägnantere Ausdruck des normalen Pulses sei. —

THESEN.

1. Bei der Behandlung des Icterus catarrhalis ist das Ricinusöl zu verwerfen.

2. Das Einblasen von Höllenstein in Substanz in den Kehlkopf ist unter allen Umständen zu vermeiden.

3. Jeder normale Puls ist dikrotisch.

Verfasser, Gustav Rudolf Thomas, evangelischer Confession, wurde am 3. September 1853 zu Berlin geboren. Seine Schulbildung erhielt er auf dem Königlichen Wilhelms-Gymnasium hierselbst, welchem er, incl. der damit verbundenen Vorschule, von Ostern 1860 bis Ostern 1872 angehörte und welches er am 2. März 1872 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Er trat nun in die Königl. med.-chir. Academie für das Militär ein und bestand, nachdem er vom 1. Mai bis 1. November als Einjährig-Freiwilliger beim Garde-Füsilier-Regiment gedient hatte, am 20. Juni 1874 das Tentamen physicum. Am 1. Februar 1875 wurde er sodann als Eleve in das med.-chir. Friedr.-Wilh.-Institut aufgenommen und bestand am 21. Januar 1876 das Examen rigorosum. Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen und Kliniken folgender Herren: Bardeleben, du Bois-Reymond, Bose, Braun, Dove, Fasbender, Fräntzel, Frerichs Gurlt, Hartmann, Henoch, Hirsch, Hofmann, Horstmann, von Langenbeck, von Lauer, Leuthold, Lewin, Liebreich, Liman, Martin, Orth, Peters, Reichert, Rose, Schöller, Schweigger, Sell, Sonnenschein, Stahr, Traube, Virchow, Werder, Westphal. Allen diesen seinen verehrten Lehrern spricht Verfasser seinen aufrichtigsten Dank aus.